



(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**  
(10) DE 197 24 075 A 1

(51) Int. Cl. 6:  
**B 23 P 13/00**  
B 21 D 53/84  
F 02 M 69/04

(71) Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

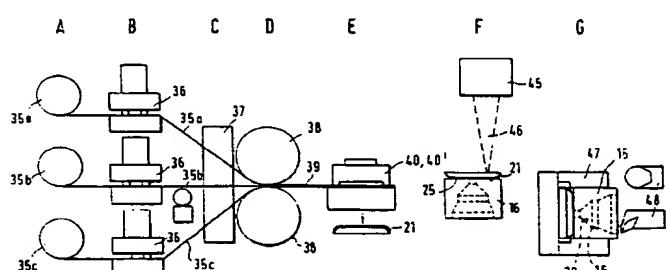
(72) Erfinder:  
Hopf, Wilhelm, 74343 Sachsenheim, DE; Schreier,  
Kurt, 73614 Schorndorf, DE; Goppert, Siegfried,  
96199 Zapfendorf, DE; Schraudner, Kurt, 96049  
Bamberg, DE; Teiwes, Henning, Dr., 96103  
Hallstadt, DE; Heyse, Joerg, 71706 Markgröningen,  
DE; Holz, Dieter, 71563 Affalterbach, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Verfahren zur Herstellung einer Lochscheibe für ein Einspritzventil und Lochscheibe für ein Einspritzventil und Einspritzventil

(55) Die erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung einer Lochscheibe zeichnen sich dadurch aus, daß zuerst metallene Blechfolien (35) bereitgestellt werden, danach Öffnungsgeometrien (27) und Hilfsöffnungen (49, 50) in den Blechfolien (35) eingebracht werden, dann die einzelnen Blechfolien (35) zentriert (57) aufeinandergebracht werden, nachfolgend ein Verbinden der Blechfolien (35) durch Anwendung eines Fügeverfahrens vorgenommen wird, wodurch ein Lochscheibenband (39) mit einer Vielzahl von Ronden (53) vorliegt, und abschließend ein Vereinzen der Ronden (53) bzw. der Lochscheiben (21) vollzogen wird.

Die derart hergestellten Lochscheiben eignen sich besonders für den Einsatz in Brennstoffeinspritzventilen, die in gemischverdichtenden fremdgezündeten Brennkraftmaschinen zum Einsatz kommen.



## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Herstellung einer Lochscheibe für ein Einspritzventil nach der Gattung des Anspruchs 1 bzw. des Anspruchs 2 bzw. des Anspruchs 3 bzw. einer Lochscheibe für ein Einspritzventil nach der Gattung des Anspruchs 15 bzw. des Anspruchs 17 bzw. eines Einspritzventils nach der Gattung des Anspruchs 20.

Aus der US-PS 4.854.024 ist bereits ein Verfahren zum Herstellen einer Mehrstrom-Lochplatte für ein Kraftstoffeinspritzventil bekannt, bei dem ein dünnes metallenes Ausgangsmaterial verwendet wird. In das Ausgangsmaterial werden durch Stanzen Löcher eingebracht, die durch Nachpressen oder Prägen weiterbearbeitet werden können. Anschließend werden kreisförmige Lochplatten um die Löcher herum aus dem Ausgangsmaterial herausgestanzt, womit die Lochplatten vereinzelt vorliegen. Außerdem ist aus den US-PS 4.854.024 und US-PS 4.923.169 bekannt, maximal zwei dieser derart hergestellten Lochplatten sandwichartig an einem Kraftstoffeinspritzventil zu verwenden. Die beiden unabhängig voneinander vorliegenden Blechlagen einer solchen Lochplatte werden dazu übereinanderliegend zwischen einem Ventilsitzkörper und einem zwangsläufig anzubringenden Stützring eingeklemmt. Jede einzelne Blechlage einer solchen zweilagigen Lochplatte wird also völlig separat hergestellt, so daß eine mehrlagige Lochplatte erst im unmittelbar eingebauten Zustand am Einspritzventil entsteht. Der Stützring muß letztlich wieder durch Einbördeln oder ein anderes Fügeverfahren im Ventilsitzträger befestigt werden, da durch ihn allein noch keine Fixierung der Lochplatte vorliegt.

Bekannt sind aus der US-PS 5.570.841 des weiteren mehrere Lagen umfassende Lochscheiben, die in Brennstoffeinspritzventilen Verwendung finden. Die zwei oder vier Lagen der Lochscheiben werden aus rostfreiem Stahl oder Silizium ebenfalls separat hergestellt und weisen Öffnungen und Kanäle als Öffnungsgeometrien auf, die durch Erodieren, galvanische Abscheidung, Ätzen, Feinstanzen oder durch Mikrobearbeitung ausgeformt werden. Die vom Ventilsitz am entferntesten vorgesehene Lage besitzt dabei stets eine Öffnungsgeometrie, mit der dem durchströmenden Medium eine Drallkomponente beaufschlagt wird. Die voneinander unabhängig hergestellten Lagen bilden erst unmittelbar am Einspritzventil die mehrlagige sandwichartige Lochscheibe, da die einzelnen Lagen übereinandergestapelt zwischen dem Ventilsitzkörper und einer Stützscheibe eingeklemmt werden.

Ebenso sind bereits aus der US-PS 5.484.108 Lochscheibenelemente für Brennstoffeinspritzventile bekannt, die zwei oder drei dünne Lagen eines geeigneten Metalls, z. B. eines rostfreien Stahls, umfassen. Die Lagen des Lochscheibenelements sind auch hier wieder separat voneinander hergestellt, wobei sie derart ausgeformt sind, daß sie sandwichartig aufeinanderliegend im Bereich ihrer Öffnungsgeometrien wenigstens eine hohlräumbildende Kanüle entstehen lassen. In gleicher Weise wie in den oben bereits erwähnten Schriften werden die einzelnen Lagen des Lochscheibenelements zwischen dem Ventilsitzkörper und einem Stützkörper eingeklemmt.

Aus der US-PS 5.350.119 ist bereits ein Brennstoffeinspritzventil bekannt, das ein plattiertes Lochscheibenelement aufweist. Hergestellt wird das Lochscheibenelement aus einem Metallstreifen eines widerstandsfähigen Metalls wie Molybdän und einem darauf aufliegenden Überzug eines Weichmetalls wie Kupfer. Durch Umbördeln des Ventilsitzträgers werden die ebenen Schichten des Lochscheiben-elements am Ventilsitzkörper gehalten.

## Vorteile der Erfindung

5

Die erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung einer Lochscheibe mit den kennzeichnenden Merkmalen der Ansprüche 1 bzw. 2 bzw. 3 haben den Vorteil, daß durch ihre Anwendung auf einfache Art und Weise sehr effektiv mehrlagige Lochscheiben aus Metall in sehr großer Stückzahl kostengünstig herstellbar sind (Linienfertigung). In besonders vorteilhafter Weise wird eine einfache und kostengünstige Lagezuordnung einzelner Blechfolien bzw. der Blechlagen der späteren Lochscheiben durch Hilfsöffnungen realisiert, so daß eine sehr hohe Fertigungssicherheit vorliegt. In bevorzugter Weise kann die Lagezuordnung der Blechfolien automatisch über optische Abtastung und Bildauswertung erfolgen. Auf für die Herstellung mehrlagiger Lochscheiben vorgesehenen Maschinen und Automaten können sehr einfach der Werkstoff, die Blechdicke, die gewünschten Öffnungsgeometrien und weitere Parameter für den jeweiligen Anwendungsfall ideal angepaßt werden.

Besonders vorteilhaft ist es, die Blechfolien in Form von Folienstreifen oder Folienteppichen für die weitere Bearbeitung bereitzustellen.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des in den Ansprüchen 1 bzw. 2 bzw. 3 angegebenen Verfahrens möglich.

30 In vorteilhafter Weise werden die Blechfolien in aufgerollter Form bereitgestellt, da so eine optimale Raumnutzung an einer Fertigungsstraße möglich ist.

Besonders vorteilhaft ist es, an den Folienrändern der Blechfolien in regelmäßigen Abständen Hilfsöffnungen vorzusehen, in die Zentriervorrichtungen eingreifen können, um ein lagegenaues Aufeinanderbringen der einzelnen Blechfolien zu gewährleisten. Außerdem ist es sehr vorteilhaft, wenn in die Blechfolien sichelförmige Hilfsöffnungen eingebracht werden, die mit ihren inneren Begrenzungen den Durchmesser von aus den Blechfolien herauszulösenden Ronden, die die Lochscheibenrohlinge darstellen, festlegen. Diese Hilfsöffnungen laufen an ihren Enden spitz zu und sind von der jeweils nächsten Hilfsöffnung nur über einen sehr schmalen Steg getrennt. Bei einem nachfolgenden Aussäzten, Tiefziehen oder Napfen reißen diese Stege, wodurch die Ronden bzw. Lochscheiben aus dem Lochscheibenband vereinzelt werden.

Als optional einzusetzende Fügeverfahren zum Verbinden mehrerer Blechfolien innerhalb oder außerhalb der Ronden dienen in idealer Weise Schweißen, Löten oder Kleben in all ihren unterschiedlichen Anwendungsformen.

In besonders vorteilhafter Weise erfolgt das Vereinzeln der Ronden und das Umbiegen der Ronden in topförmige Lochscheiben in einem Tiefziehwerkzeug in ein und demselben Bearbeitungsschritt.

Die erfindungsgemäße Lochscheibe mit den kennzeichnenden Merkmalen der Ansprüche 15 bzw. 17 hat den Vorteil einer sehr einfachen Fertigbarkeit und einer sehr einfachen und kostengünstigen Montage an einem Einspritzventil. Durch die erfindungsgemäßen Ausbildungen der mehrlagigen Lochscheiben ist vollständig ein Verrutschen einzelner Lagen gegeneinander ausgeschlossen. Trotz ihrer mehrlagigen Ausführung ist eine solche Lochscheibe in sich völlig stabil und mit einfacher Handhabung zu befestigen. In vorteilhafter Weise ist ein von dem Bodenrand der Lochscheibe abgebogener Halterand für die Befestigung an einem Ventilsitzträger mittels einer Schweißnaht geeignet. Stützkörper, wie Stützscheiben oder Stützringe, sind bei der

## Fixierung der Lochscheibe nicht nötig.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der in den Ansprüchen 15 bzw. 17 angegebenen Lochscheibe möglich.

Das erfindungsgemäß Einspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 20 hat den Vorteil, daß auf einfache Art und Weise eine gleichmäßige Feinstzerstäubung des abzuspritzenden Mediums ohne Zusatzenergie erreicht wird, wobei eine besonders hohe Zerstäubungsgüte und eine an die jeweiligen Erfordernisse angepaßte Strahlformung erzielt wird. Dies wird in vorteilhafter Weise dadurch erreicht, daß eine stromabwärts eines Ventilsitzes angeordnete Lochscheibe eine Öffnungsgeometrie für einen vollständigen axialen Durchgang des Mediums, insbesondere des Brennstoffs, aufweist, die durch einen den festen Ventilsitz umfassenden Ventilsitzkörper begrenzt ist. Damit übernimmt der Ventilsitzkörper bereits die Funktion einer Strömungsbeeinflussung in der Lochscheibe. In besonders vorteilhafter Weise wird ein S-Schlag in der Strömung zur Zerstäubungsverbesserung des Brennstoffs erreicht, da der Ventilsitzkörper mit einer unteren Stirnseite die Ab- spritzöffnungen der Lochscheibe überdeckt.

Der durch die geometrische Anordnung von Ventilsitzkörper und Lochscheibe erzielte S-Schlag in der Strömung erlaubt die Ausbildung bizarre Strahlformen mit einer hohen Zerstäubungsgüte. Die Lochscheiben ermöglichen in Verbindung mit entsprechend ausgetührten Ventilsitzköpfen für Ein-, Zwei- und Mehrstrahlsprays Strahlquerschnitte in unzähligen Varianten, wie z. B. Rechtecke, Dreiecke, Kreuze, Ellipsen. Solche ungewöhnlichen Strahlformen erlauben eine genaue optimale Anpassung an vorgegebene Geometrien, z. B. an verschiedene Saugrohrquerschnitte von Brennkraftmaschinen. Daraus ergeben sich die Vorteile einer formangepaßten Ausnutzung des verfügbaren Querschnitts zur homogen verteilten, abgasminimierenden Ge- mischeinbringung und einer Vermeidung von abgasschädlichen Wandfilmanlagerungen an der Saugrohrwandung. Mit einem solchen Einspritzventil kann folglich die Abgasemission der Brennkraftmaschine reduziert und ebenso eine Ver- ringerung des Brennstoffverbrauchs erzielt werden.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Anspruch 20 angegebenen Einspritzventils möglich.

Ganz allgemein ist als sehr bedeutender Vorteil des erfindungsgemäßen Einspritzventils festzuhalten, daß in einfacher Art und Weise Strahlbildvariationen möglich sind.

## Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Fig. 1 ein teilweise dargestelltes Einspritzventil mit einer ersten erfindungsgemäß hergestellten Lochscheibe, Fig. 2 ein Prinzipbild des Verfahrensablaufs bei der Herstellung einer Lochscheibe mit den Stationen A bis E und bei der Befestigung einer Lochscheibe in einem Einspritzventil mit den Stationen F und G, Fig. 3 Ausführungsbeispiele von Folienstreifen zur Herstellung einer dreilagigen Lochscheibe, Fig. 4 ein Lochscheibenband mit mehreren übereinanderliegenden Folienstreifen, Fig. 5 und 6 ein Tiefziehwerkzeug mit einem zu bearbeitenden Lochscheibenband, Fig. 6a eine zweite Ausführungsform eines Tiefziehwerkzeugs, Fig. 7 ein erstes Beispiel einer tiefgezogenen, an einem Ventilsitzkörper befestigten Lochscheibe, Fig. 8 ein zweites Beispiel einer tiefgezogenen, an einem Ventilsitzkörper befestigten Lochscheibe, Fig. 9 ein drittes Beispiel einer tiefgezogenen, an

einem Ventilsitzkörper befestigten Lochscheibe, Fig. 10 eine weitere Lochscheibe in einer Draufsicht, Fig. 10a bis 10c die einzelnen Blechlagen der Lochscheibe gemäß Fig. 10, Fig. 11 eine Lochscheibe im Schnitt entlang der Linie XI-XI, Fig. 12 ein vierter Beispiel einer tiefgezogenen, an einem Ventilsitzkörper befestigten (zweilagigen) Lochscheibe, Fig. 13 ein erster zentraler Bereich einer Lochscheibe, Fig. 14 ein zweiter zentraler Bereich einer Lochscheibe und Fig. 15 ein dritter zentraler Bereich einer Lochscheibe zur Verdeutlichung verschiedener Öffnungsgeometrien.

## Beschreibung der Ausführungsbeispiele

- 15 In der Fig. 1 ist als ein Ausführungsbeispiel zur Verwendung einer erfindungsgemäß hergestellten Lochscheibe ein Ventil in der Form eines Einspritzventils für Brennstoffeinspritzanlagen von gemischverdichtenden fremdgezündeten Brennkraftmaschinen teilweise dargestellt. Das Einspritzventil hat einen rohrförmigen Ventilsitzträger 1, in dem konzentrisch zu einer Ventillängsachse 2 eine Längsöffnung 3 ausgebildet ist. In der Längsöffnung 3 ist eine z. B. rohrförmige Ventilnadel 5 angeordnet, die an ihrem stromabwärtigen Ende 6 mit einem z. B. kugelförmigen Ventilschließkörper 7, an dessen Umfang beispielsweise fünf Abflachungen 8 zum Vorbeiströmen von Brennstoff vorgesehen sind, verbunden ist.

Die Betätigung des Einspritzventils erfolgt in bekannter Weise, beispielsweise elektromagnetisch. Zur axialen Bewegung der Ventilnadel 5 und damit zum Öffnen entgegen der Federkraft einer nicht dargestellten Rückstellfeder bzw. Schließen des Einspritzventils dient ein angedeuteter elektromagnetischer Kreis mit einer Magnetspule 10, einem Anker 11 und einem Kern 12. Der Anker 11 ist mit dem dem 25 Ventilschließkörper 7 abgewandten Ende der Ventilnadel 5 durch z. B. eine mittels eines Lasers hergestellte Schweißnaht verbunden und auf den Kern 12 ausgerichtet.

Zur Führung des Ventilschließkörpers 7 während der Axialbewegung dient eine Führungsöffnung 15 eines Ventilsitzkörpers 16. In das stromabwärts liegende, dem Kern 12 abgewandte Ende des Ventilsitzträgers 1 ist in der konzentrisch zur Ventillängsachse 2 verlaufenden Längsöffnung 3 der z. B. zylinderförmige Ventilsitzkörper 16 durch Schweißen dicht montiert. An seiner dem Ventilschließkörper 7 abgewandten, unteren Stirnseite 17 ist der Ventilsitzkörper 16 mit einer erfindungsgemäßen bzw. erfindungsgemäß hergestellten, z. B. topförmig ausgebildeten Lochscheibe 21 konzentrisch und fest verbunden, die also unmittelbar an dem Ventilsitzkörper 16 mit einem Bodenteil 22 anliegt. Die 35 Lochscheibe 21 wird von wenigstens zwei, im Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 drei eine geringe Dicke aufweisenden, metallenen Blechlagen 135 gebildet, so daß eine sogenannte Blechlaminate-Lochscheibe vorliegt.

Die Verbindung von Ventilsitzkörper 16 und Lochscheibe 21 erfolgt beispielsweise durch eine ringförmig umlaufende und dichte, mittels eines Lasers ausgebildete erste Schweißnaht 25. Durch diese Art der Montage ist die Gefahr einer unerwünschten Verformung der Lochscheibe 21 in ihrem mittleren Bereich mit der dort vorgesehenen Öffnungsgeometrie 27 vermieden. An das Bodenteil 22 der topförmigen Lochscheibe 21 schließt sich nach außen ein umlaufender Halterand 28 an, der sich in axialem Richtung dem Ventilsitzkörper 16 abgewandt erstreckt und bis zu seinem Ende hin leicht konisch nach außen gebogen ist. Der Halterand 28 übt eine radiale Federwirkung auf die Wandung der Längsöffnung 3 aus. Dadurch wird beim Einschieben des Ventilsitzkörpers 16 in die Längsöffnung 3 des Ventilsitzträgers 1 eine Spannung an der Längsöffnung 3 vermieden. Der Halte-

rand 28 der Lochscheibe 21 ist an seinem Ende mit der Wandung der Längsöffnung 3 beispielsweise durch eine umlaufende und dichte zweite Schweißnaht 30 verbunden. Die dichten Verschweißungen verhindern ein Durchströmen von Brennstoff an unerwünschten Stellen in der Längsöffnung 3 unmittelbar in eine Ansaugleitung der Brennkraftmaschine.

Die Einschubtiefe des aus Ventilsitzkörper 16 und topfförmiger Lochscheibe 21 bestehenden Ventilsitzteils in die Längsöffnung 3 bestimmt die Größe des Hubs der Ventilnadel 5, da die eine Endstellung der Ventilnadel 5 bei nicht erregter Magnetspule 10 durch die Anlage des Ventilschließkörpers 7 an einer Ventilsitzfläche 29 des Ventilsitzkörpers 16 festgelegt ist. Die andere Endstellung der Ventilnadel 5 wird bei erregter Magnetspule 10 beispielsweise durch die Anlage des Ankers 11 an dem Kern 12 festgelegt. Der Weg zwischen diesen beiden Endstellungen der Ventilnadel 5 stellt somit den Hub dar.

Der kugelförmige Ventilschließkörper 7 wirkt mit der sich in Strömungsrichtung kegelstumpfförmig verjüngenden Ventilsitzfläche 29 des Ventilsitzkörpers 16 zusammen, die in axialer Richtung zwischen der Führungsoffnung 15 und der unteren Stirnseite 17 des Ventilsitzkörpers 16 ausgebildet ist.

**Fig. 2** zeigt ein Prinzipbild des Verfahrensablaufs bei der Herstellung einer erfindungsgenäßen Lochscheibe 21, wobei die einzelnen Fertigungs- und Bearbeitungsstationen nur symbolisch dargestellt sind. Anhand der nachfolgenden Fig. 3 bis 6 werden einzelne Bearbeitungsschritte noch ausführlicher erläutert. In der ersten, mit A bezeichneten Station liegen entsprechend der gewünschten Anzahl von Blechlagen 135 der späteren Lochscheibe 21 Blechfolien als beispielsweise aufgerollte Folienstreifen 35 vor. Bei Verwendung von drei Folienstreifen 35a, 35b und 35c zur Herstellung einer drei Blechlagen 135 umfassenden Blechlaminat-Lochscheibe 21 ist es für die spätere Bearbeitung, speziell beim Fügen, zweckmäßig, den mittleren Folienstreifen 35b zu beschichten. In die Folienstreifen 35 werden nachfolgend pro Folie 35 jeweils in großer Anzahl gleiche Öffnungsgeometrien 27 der Lochscheibe 21 sowie Hilfsöffnungen zum Zentrieren und Justieren der Folienstreifen 35 bzw. zum späteren Freilegen der Lochscheiben 21 aus den Folienstreifen 35 eingebracht.

Diese Bearbeitung der einzelnen Folienstreifen 35 erfolgt in der Station B. In der Station B sind Werkzeuge 36 vorgesehen, mit denen in den einzelnen Folienstreifen 35 die gewünschten Öffnungsgeometrien 27 sowie die Hilfsöffnungen eingeformt werden. Alle wesentlichen Konturen werden dabei durch Mikrostanzen, Laserschneiden, Erodieren, Ätzen oder vergleichbare Verfahren hergestellt. Beispiele solcher derart bearbeiteter Folienstreifen 35 veranschaulicht **Fig. 3**. Die Folienstreifen 35 durchlaufen derart bearbeitet die Station C, die eine Erwärmungseinrichtung 37 darstellt, in der die Folienstreifen 35 beispielsweise in Vorbereitung eines Lötvorgangs induktiv erwärmt werden. Die Station C ist nur optional vorgesehen, da jederzeit auch andere, eine Erwärmung nicht erfordernde Fügeverfahren zur Verbindung der Folienstreifen 35 angewendet werden können.

In der Station D erfolgt das Fügen der einzelnen Folienstreifen 35 aufeinander, wobei die Folienstreifen 35 mit Hilfe von Zentriervorrichtungen zueinander genau positioniert werden und beispielsweise durch rotierende Druckwalzen 38 aneinandergedrückt und weitertransportiert werden. Als Fügeverfahren können Laserschweißen, Lichtstrahlschweißen, Elektronenstrahlschweißen, Ultraschallschweißen, Preßschweißen, Induktionslöten, Laserstrahllöten, Elektronenstrahllöten, Kleben oder andere bekannte Verfahren eingesetzt werden. Daran anschließend wird das mehr-

rere Lagen von Folienstreifen 35 umfassende Lochscheibenband 39 in der Station E derart bearbeitet, daß Lochscheiben 21 in der zum Einbau im Einspritzventil gewünschten Größe und Kontur vorliegen. In der Station F erfolgt die Vereinzelung der Lochscheiben 21 beispielsweise durch Ausstanzen aus dem Lochscheibenband 39 mit einem Werkzeug 40, insbesondere einem Stanzwerkzeug. Die ebenen ausgestanzten Lochscheiben 21 können bereits so in einem Einspritzventil verwendet werden. Andererseits ist es aber auch möglich,

10 mit einem Werkzeug 40', insbesondere einem Tiefziehwerkzeug, die Lochscheiben 21 aus dem Lochscheibenband 39 durch Abreißen oder Ausschneiden herauszutrennen und somit zu vereinzeln, wobei die Lochscheiben 21 zugleich unmittelbar mit einer topfförmigen Gestalt versehen werden.

15 Wird ein Ausstanzen vorgenommen und eine topfförmige Gestalt der Lochscheiben 21 gewünscht, so ist nach dem Ausstanzen noch ein Tiefziehvorgang oder ein Bördeln erforderlich.

Die Verfahrensschritte zur Herstellung der Lochscheiben

20 21 sind damit insofern abgeschlossen, daß nachfolgend nur noch der Einbau der Lochscheiben 21 erfolgt. Die vereinzelten und in gewünschter Weise ausgeformten Lochscheiben 21 werden in einem nächsten Verfahrensschritt jeweils an der unteren Stirnseite 17 des Ventilsitzkörpers 16 mit Hilfe

25 einer Fügevorrichtung 45 befestigt, wobei in vorteilhafter Weise zur Erzielung einer festen und dichten Verbindung eine Laserschweißeinrichtung verwendet wird (Station F). Mittels symbolhaft angedeuteter Laserstrahlung 46 wird die ringförmig umlaufende Schweißnaht 25 erzielt. Das nun

30 vorliegende Ventilsitzteil aus Ventilsitzkörper 16 und Lochscheibe 21 wird darauffolgend optional noch feinbearbeitet, wobei das Ventilsitzteil dabei in einer Haltevorrichtung 47 eingespannt ist (Station G). Mit verschiedenen Bearbeitungswerkzeugen 48, mit denen Verfahren wie Honen (Ziehschleifen) oder Harddrehen durchführbar sind, werden besonders die inneren Konturen des Ventilsitzkörpers 16 (z. B. Führungsoffnung 15, Ventilsitzfläche 29) nachbearbeitet.

Konkrete Ausführungsbeispiele von Folienstreifen 35 für eine Lochscheibe 21 zeigt **Fig. 3**. Dabei stellt der Folienstreifen 35a die später dem Ventilschließkörper 7 zugewandte obere Blechlage 135a und der Folienstreifen 35c die später dem Ventilschließkörper 7 abgewandte untere Blechlage 135c der Lochscheibe 21 dar, während der Folienstreifen 35b die zwischen diesen beiden liegende Blechlage

45 135b in der Lochscheibe 21 bildet. Üblicherweise werden für erfindungsgemäß hergestellte Blechlaminat-Lochscheiben 21 zwei bis fünf Folienstreifen 35 übereinander angeordnet, die jeweils eine Dicke von 0.05 mm bis 0.3 mm, insbesondere ca. 0.1 mm, aufweisen. Jeder Folienstreifen 35

50 wird in der Station B mit einer Öffnungsgeometrie 27 versehen, die sich über die Länge der Folienstreifen 35 in großer Zahl wiederholt. Im in **Fig. 3** dargestellten Ausführungsbeispiel weist der obere Folienstreifen 35a eine Öffnungsgeometrie 27 in Form einer kreuzartigen Einlaßöffnung 27a, der mittlere Folienstreifen 35b eine Öffnungsgeometrie 27 einer Durchlaßöffnung 27b in Kreisform mit größerem Durchmesser als das Ausmaß der kreuzartigen Einlaßöffnung 27a und der untere Folienstreifen 35c eine Öffnungsgeometrie 27 in Form von vier kreisförmigen, im Überdeckungsbe-

55 reich der Durchlaßöffnung 27b liegenden Abspritzöffnungen 27c auf. In der Station B werden neben diesen Öffnungsgeometrien 27 weitere Hilfsöffnungen 49, 50 eingebracht.

Zwischen jeweils zwei eingebrachten Öffnungsgeometrien 27 werden dabei in gleichen Abständen entlang der jeweils beiden Folienränder 52 Hilfsöffnungen 49 als Zentrierausnehmungen eingeformt, die entsprechend der Form der dort später eingreifenden Werkzeuge oder Hilfsmittel

eckig, abgerundet, spitz zulaufend oder angeschrägt sein können. Andere Hilfsöffnungen 50 werden sichelförmig, die jeweiligen Öffnungsgeometrien 27 umgebend in den Folienstreifen 35 als Durchbrüche vorgesehen. Die z. B. vier sichelförmigen Hilfsöffnungen 50 schließen mit ihrer inneren Kontur einen Kreis mit einem Durchmesser der späteren Lochscheibe 21 ein. Die von den Hilfsöffnungen 50 eingeschlossenen kreisförmigen Bereiche in den Folienstreifen 35 werden als Ronden 53 bezeichnet. An ihren Enden laufen die Hilfsöffnungen 50 spitz zu, wobei zwischen den einzelnen Hilfsöffnungen 50 schmale Stege 55 gebildet sind, die im Bereich des Rondendurchmessers eine Breite von nur 0,2 bis 0,3 mm besitzen. Beim Ausstanzen oder Tiefziehen in Station E reißen die Stege 55, wodurch die Lochscheiben 21 freigelegt werden. In besonders effektiver Weise können auch mehrere Folienstreifen 35 zu einem größeren Folienteppich zusammengefaßt sein, auf dem Ronden 53 in zwei Dimensionen angeordnet sind.

Fig. 4 zeigt schematisch ein Lochscheibenband 39 in der Station D, wobei das Aufeinanderbringen der Folienstreifen 35 gestaffelt dargestellt ist. Von links beginnend liegt erst nur der untere Folienstreifen 35c vor, auf den dann der mittlere Folienstreifen 35a aufläuft. Der obere Folienstreifen 35a komplettiert das Lochscheibenband 39, das in den beiden rechten Ronden 53 also dreilagig vorliegt. In der Draufsicht auf die Ronden 53 ist zu erkennen, daß die Abspritzöffnungen 27c versetzt zur Einlaßöffnung 27a angeordnet sind, so daß ein die Lochscheibe 21 durchströmendes Medium, z. B. Brennstoff, einen sogenannten S-Schlag innerhalb der Lochscheibe 21 erfährt, der zu einer Zerstäubungsverbesserung beiträgt. In die Hilfsöffnungen 49 greift eine Zentriervorrichtung 57 (Indexstufe, Indexbolzen) ein, die dafür sorgt, daß die Ronden 53 der einzelnen Folienstreifen 35 maßgenau und lagesicher übereinander gebracht werden, bevor die Folienstreifen 35 miteinander verbunden werden. Die Hilfsöffnungen 49 können auch als Vorschubnuten zum automatischen Transport der Folienstreifen 35 bzw. des Lochscheibenbandes 39 verwendet werden. Die festen Verbindungen der Folienstreifen 35 durch Schweißen, Löten oder Kleben können sowohl im Bereich der Ronden 53 als auch außerhalb der Ronden 53 nahe der Folienränder 52 oder in zentralen Bereichen 58 zwischen jeweils zwei gegenüberliegenden Hilfsöffnungen 49 vorgenommen werden.

In den Fig. 5 und 6 ist das Tiefziehwerkzeug 40' schematisch dargestellt, das vom Lochscheibenband 39 durchlaufen wird. Das Lochscheibenband 39 liegt mit den Randbereichen zwischen den Hilfsöffnungen 50 und den Folienrändern 52 z. B. auf einer Werkstückauflage 59 auf, gegen die es mittels eines Niederhalters 60 gedrückt wird. Der Niederhalter 60 weist eine zumindest teilweise kegelstumpfförmige Öffnung 61 auf, die eine Matrizenfunktion zum Bilden des Halterandes 28 der Lochscheibe 21 übernimmt. In der Werkstückauflage 59 ist ebenfalls eine Öffnung 62 vorgesehen, die zylindrisch ausgebildet ist und in der ein Stempel 63 senkrecht zur Ebene des Lochscheibenbandes 39 bewegbar ist. Auf der dem Stempel 63 gegenüberliegenden Seite des Lochscheibenbandes 39 ist in der Öffnung 61 des Niederhalters 60 ein Stempelgegenstück 64 vorgesehen, das der Bewegung des Stempels 63 folgt, dabei jedoch die Kontur des Bodenteils 22 der Lochscheibe 21 vorgibt. Die durch den Stempel 63 auf die Ronde 53 aufgebrachte Kraft, die größer ist als die Gegenkraft des Stempelgegenstücks 64, führt zu einem Abreißen der Ronde 53 vom Lochscheibenband 39 im Bereich der Stege 55 und zur Verformung der Ronde 53 in eine topförmige Lochscheibe 21. Bei diesem in Station E ablaufenden Verfahren handelt es sich um ein translatorisches Zugdruckumformen wie Tiefziehen oder Napfen.

Von der Ronde 53 abgerissen verbleibt ein Blechrand 65 als Abfall im Tiefziehwerkzeug 40', der jedoch recycelt und bei der Herstellung neuer Blechfolien verwendet werden kann. Auf ein festes Verbinden der Folienstreifen 35 in Station D kann vollständig verzichtet werden, wenn durch das Tiefziehen oder Napfen in Station E der Halterand 28 der Lochscheibe 21 fast senkrecht zum Bodenteil 22 erzeugt wird, wodurch nämlich im Biegebereich eine ausreichend feste Verbindung geschaffen wird. Wird durch die Öffnung 61 im Niederhalter 60 ein flacherer Winkel vorgegeben, so sollte ein festes Verbinden in Station D auf jeden Fall erfolgen. Bei gewünschten flachen Lochscheiben 21, die z. B. durch Ausstanzen aus dem Lochscheibenband 39 herausgetrennt werden, ist ebenfalls das Anbringen von festen Verbindungen erforderlich.

In Fig. 6a ist eine zweite Ausführungsform eines Tiefziehwerkzeugs 40" dargestellt, wobei die gegenüber dem in den Fig. 5 und 6 gezeigten Tiefziehwerkzeug 40' gleichwirkenden Teile durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet sind. In dem Tiefziehwerkzeug 40" wird in einem Arbeitsgang zuerst die Ronde 53 ausgeschnitten, die unmittelbar nachfolgend tiefgezogen wird. Der Stempel 63 ist dazu von einem hülsenförmigen Schneidwerkzeug 67 umgeben, das mit seiner inneren Wandung die Öffnung 62 vorgibt. Zusammen mit dem Stempel 63 bewegt sich das Schneidwerkzeug 67 senkrecht zur Ebene des Lochscheibenbandes 39, so wie es die Pfeile andeuten. Durch die genau zentrierte und definierte Bewegung von Stempel 63 und Schneidwerkzeug 67 gegen das ebenfalls axial bewegbare Stempelgegenstück 64 in der Öffnung 61 einer Matrize 66 wird die Ronde 53 sehr exakt aus dem Lochscheibenband 39 durch eine Schneide des Schneidwerkzeugs 67 ausgeschnitten. An einem Absatz 75 der Öffnung 61 in der Matrize 66 kommt das Schneidwerkzeug 67 zum Stillstand, wobei es zugleich für eine Fixierung der Ronde 53 sorgt. Im weiteren Verlauf wird nur noch der Stempel 63 in die Öffnung 61 hinein bewegt, so daß die Ronde 53 aufgrund der teilweise kegelstumpfförmigen Ausbildung der Öffnung 61 in eine Topfform gebracht wird.

Verschiedene Ausführungsbeispiele von aus der Station F kommenden, vom Ventilsitzkörper 16 und der Lochscheibe 21 gebildeten Ventilsitzteilen verdeutlichen die Fig. 7 bis 9. Durch das Tiefziehen oder Napfen der Ronden 53 in der Station E wird der äußere Rondenrand als späterer Halterand 28 der Lochscheibe 21 aus der Ebene des Lochscheibenbandes 39 heraus umgebogen. Wie die Fig. 6 bis 9 zeigen, kann der Halterand 28 nach Verlassen des Tiefziehwerkzeugs 40' z. B. fast senkrecht zur Ebene des Bodenteils 22 verlaufen. Bei der Bearbeitung der Folienstreifen 35 in Station B werden durch das Einbringen der Hilfsöffnungen 50 bereits die Durchmesser der Ronden 53 festgelegt.

Werden die Rondendurchmesser in den einzelnen Folienstreifen 35 gleich groß gewählt, so entsteht durch das Tiefziehen der Blechlagen 135 ein Halterand 28, der an seinem freien, dem Bodenteil 22 abgewandt liegenden Ende abgestuft ist (Fig. 7). Die innere Blechlage 135c des Halterandes 28, die aus dem unteren Folienstreifen 35c hervorgeht, endet in stromabwärtiger Richtung gesehen am weitesten entfernt vom Bodenteil 22, während alle weiteren Blechlagen 135 von innen nach außen hin durch den Tiefziehprozeß jeweils kürzer enden. Wird jedoch der Durchmesser der Ronden 53 in dem oberen Folienstreifen 35a größer festgelegt als der Durchmesser der Ronden 53 im mittleren Folienstreifen 35b und der wiederum größer als der Durchmesser der Ronden 53 im unteren Folienstreifen 35c, so kann der Halterand 28 einerseits an seinem freien Ende eine Abstufung der Blechlagen 135 in umgekehrter Richtung gegenüber dem Beispiel gemäß Fig. 7 aufweisen (Fig. 8) oder andererseits ein freies

Ende besitzen, an dem alle Blechlagen 135 in einer Ebene enden (Fig. 9). Besonders für das Anbringen der Schweißnaht 30 am Halterand 28 ist die Auswahl der gleichen oder unterschiedlichen Rondendurchmesser interessant.

Neben den in den Fig. 3 und 4 beispielhaft dargestellten Öffnungsgeometrien 27 in den Folienstreifen 35 bzw. Lochscheiben 21 sind ebenso unzählige andere (z. B. runde, elliptische, niedreckige, T-förmige, sichelförmige, kreuzförmige, halbkreisförmige, tunnelportalaähnliche, knochenförmige, u. a. asymmetrische) Öffnungsgeometrien 27 für Blechlaminat-Lochscheiben 21 denkbar. Die Fig. 10 und 11 zeigen ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel von Öffnungsgeometrien 27 in den einzelnen Blechlagen 135 einer Lochscheibe 21, wobei der Fig. 10 eine Draufsicht auf die Lochscheibe 21 entnehmbar ist. Besonders die Fig. 11, die eine Schnittdarstellung entlang einer Linie XI-XI in Fig. 10 ist, verdeutlicht nochmals den Aufbau der Lochscheibe 21 mit ihren drei Blechlagen 135.

Die obere Blechlage 135a (Fig. 10a) weist eine Einlaßöffnung 27a mit einem möglichst großen Umfang auf, die eine Kontur ähnlich einer stilisierten Fledermaus (oder eines Doppel-H) besitzt. Die Einlaßöffnung 27a besitzt einen Querschnitt, der als teilweise abgerundetes Rechteck mit zwei jeweils gegenüberliegenden, rechteckförmigen Einschnürungen 68 und somit drei wiederum über die Einschnürungen 68 hinwegstehenden Einlaßbereichen 69 beschreibbar ist. Die drei Einlaßbereiche 69 stellen bezogen auf die mit einer Fledermaus vergleichbaren Kontur den Körper/Rumpf und die zwei Flügel der Fledermaus (bzw. die Querbalken zu dem Längsbalken des Doppel-H) dar. Mit z. B. jeweils gleichem Abstand zur Mittelachse der Lochscheibe 21 und um diese beispielweise auch symmetrisch angeordnet sind in der unteren Blechlage 135c (Fig. 10c) vier kreisförmige Abspritzöffnungen 27c vorgesehen.

Die Abspritzöffnungen 27c liegen bei einer Projektion aller Blechlagen 135 in eine Ebene (Fig. 2) teilweise oder weitgehend in den Einschnürungen 68 der oberen Blechlage 135a. Die Abspritzöffnungen 27c liegen mit einem Versatz zur Einlaßöffnung 27a vor, d. h. in der Projektion wird die Einlaßöffnung 27a an keiner Stelle die Abspritzöffnungen 27c überdecken. Der Versatz kann dabei jedoch in verschiedene Richtungen unterschiedlich groß sein.

Um eine Fluidströmung von der Einlaßöffnung 27a bis hin zu den Abspritzöffnungen 27c zu gewährleisten, ist in der mittleren Blechlage 135b (Fig. 10b) eine Durchlaßöffnung 27b als Kanal (cavity) ausgebildet. Die eine Kontur eines abgerundeten Rechtecks aufweisende Durchlaßöffnung 27b besitzt eine solche Größe, daß sie in der Projektion die Einlaßöffnung 27a vollständig überdeckt und besonders in den Bereichen der Einschnürungen 68 über die Einlaßöffnung 27a hinausragt, also einen größeren Abstand zur Mittelachse der Lochscheibe 21 als die Einschnürungen 68 hat.

In den Fig. 10a, 10b und 10c sind die Blechlagen 135a, 135b und 135c, wie sie aus den Folienstreifen 35 herausgetrennt vor dem Tiefziehen im Lochscheibenverbund vorliegen, nochmals vereinzelt dargestellt, um die Öffnungsgeometrie 27 jeder einzelnen Blechlage 135 genau zu veranschaulichen. Jede einzelne Figur ist letztlich eine vereinfachte Schnittdarstellung durch das Lochscheibenband 39 horizontal entlang jeder Blechlage 135a, 135b und 135c. Um die Öffnungsgeometrien 27 besser zu verdeutlichen, wird auf eine Schraffur und die Körperkanten der anderen Blechlagen 135 verzichtet.

Die Fig. 12 bis 15 zeigen Ausführungsbeispiele von zwei Blechlagen 135 aufweisenden Lochscheiben 21, die an einem Ventilsitzkörper 16 eines Einspritzventils mittels einer dichten Schweißnaht 25 montiert sind. Der Ventilsitzkörper 16 weist der Ventilsitzfläche 29 stromabwärts folgend eine

Austrittsöffnung auf, die verglichen mit den drei Blechlagen 135 aufweisenden Lochscheiben 21 bereits die Einlaßöffnung 27a darstellt. Mit seiner unteren Austrittsöffnung 27a ist der Ventilsitzkörper 16 derart ausgeformt, daß seine un-

tere Stirnseite 17 teilweise eine obere Abdeckung der Durchlaßöffnung 27b bildet und somit die Eintrittsfläche des Brennstoffs in die Lochscheibe 21 festlegt. Bei allen in den Fig. 12 bis 15 dargestellten Ausführungsbeispielen besitzt die Austrittsöffnung 27a einen kleineren Durchmesser als den Durchmesser eines gedachten Kreises, auf dem die Abspritzöffnungen 27c der Lochscheibe 21 liegen. Mit anderen Worten ausgedrückt liegt ein vollständiger Versatz von der den Einlaß der Lochscheibe 21 festlegenden Austrittsöffnung 27a und den Abspritzöffnungen 27c vor. Bei einer Projektion des Ventilsitzkörpers 16 auf die Lochscheibe 21 überdeckt der Ventilsitzkörper 16 sämtliche Abspritzöffnungen 27c. Aufgrund des radialen Versatzes der Abspritzöffnungen 27c gegenüber der Austrittsöffnung 27a ergibt sich ein S-förmiger Strömungsverlauf des Mediums, z. B. des Brennstoffs. Ein S-förmiger Strömungsverlauf wird auch bereits dann erzielt, wenn der Ventilsitzkörper 16 alle Abspritzöffnungen 27c in der Lochscheibe 21 nur teilweise überdeckt.

Durch den sogenannten S-Schlag innerhalb der Lochscheibe 21 mit mehreren starken Strömungsumlenkungen wird der Strömung eine starke, zerstäubungsfördernde Turbulenz aufgeprägt. Der Geschwindigkeitsgradient quer zur Strömung ist dadurch besonders stark ausgeprägt. Er ist ein Ausdruck für die Änderung der Geschwindigkeit quer zur Strömung, wobei die Geschwindigkeit in der Mitte der Strömung deutlich größer ist als in der Nähe der Wandungen. Die aus den Geschwindigkeitsunterschieden resultierenden erhöhten Scherspannungen im Fluid begünstigen den Zerfall in feine Tröpfchen nahe der Abspritzöffnungen 27c. Da die Strömung im Auslaß aufgrund der aufgeprägten Radialkomponente einseitig abgelöst ist, erfährt sie wegen fehlender Konturführung keine Strömungsberuhigung. Eine besonders hohe Geschwindigkeit weist das Fluid an der abgelösten Seite auf. Die zerstäubungsfördernden Scherturbulzenzen werden somit im Austritt nicht vermieden.

Die durch die Turbulenz vorhandenen Querimpulse quer zur Strömung führen unter anderem dazu, daß die Tröpfchenverteilungsdichte im abgespritzten Spray eine große Gleichmäßigkeit aufweist. Daraus resultiert eine herabgesetzte Wahrscheinlichkeit von Tröpfchenkoagulationen, also von Vereinigungen kleiner Tröpfchen zu größeren Tropfen. Die Folge der vorteilhaften Reduzierung des mittleren Tröpfchendurchmessers im Spray ist eine relativ homogene Sprayverteilung. Durch den S-Schlag wird in dem Fluid eine feinskalige (hochfrequente) Turbulenz erzeugt, welche den Strahl unmittelbar nach Austritt aus der Lochscheibe 21 in entsprechend feine Tröpfchen zerfallen läßt.

Drei Beispiele von Ausführungen der Öffnungsgeometrie 27 in den zentralen Bereichen der Lochscheibe 21 sind als Draufsichten in den Fig. 13 bis 15 dargestellt. Mit einer Strich-Punkt-Linie ist in diesen Figuren die Austrittsöffnung 27a des Ventilsitzkörpers 16 im Bereich der unteren Stirnseite 17 symbolisch angedeutet, um den Versatz zu den Abspritzöffnungen 27c zu verdeutlichen. Allen Ausführungsbeispielen der Lochscheiben 21 ist gemeinsam, daß sie wenigstens eine Durchlaßöffnung 27b in der oberen Blechlage 135 sowie wenigstens eine Abspritzöffnung 27c, hier vier Abspritzöffnungen 27c in der unteren Blechlage 135 besitzen, wobei die Durchlaßöffnungen 27b jeweils so groß bezüglich ihrer Weite bzw. Breite ausgeführt sind, daß alle Abspritzöffnungen 27c vollständig überströmt werden. Damit ist gemeint, daß keine der die Durchlaßöffnungen 27b begrenzenden Wandungen die Abspritzöffnungen 27c ab-

deckt.

Bei der in Fig. 13 teilweise gezeigten Lochscheibe 21 ist die Durchlaßöffnung 27b in einer doppelrautenähnlichen Form ausgeführt, wobei die beiden Rauten durch einen mittleren Bereich verbunden sind, so daß nur eine einzige Durchlaßöffnung 27b vorhanden ist. Es sind jedoch genauso zwei oder mehr Durchlaßöffnungen 27b denkbar. Von der doppelrautenförmigen Durchlaßöffnung 27b ausgehend verlaufen vier z. B. quadratische Querschnitte besitzende Abspritzöffnungen 27c durch die untere Blechlage 135, die vom Mittelpunkt der Lochscheibe 21 aus gesehen z. B. an den entfernsten Punkten der Durchlaßöffnung 27b ausgebildet sind. Jeweils zwei Abspritzöffnungen 27c bilden aufgrund der langgestreckten Rauten der Durchlaßöffnung 27b ein Öffnungs paar. Eine solche Anordnung der Abspritzöffnungen 27c ermöglicht eine Zweistrahl- oder auch Flachstrahlauspritzung.

In den anderen Ausführungsbeispielen ist die Durchlaßöffnung 27b kreisförmig (Fig. 14) oder rechteckförmig (Fig. 15) ausgeführt, von der aus Abspritzöffnungen 27c mit kreisförmigen Querschnitten (Fig. 14 und 15) abgehen. Auch diese Lochscheiben 21 eignen sich besonders durch die Anordnung zweier Abspritzöffnungen 27c in größerer Entfernung zu zwei weiteren Abspritzöffnungen 27c für eine Zweistrahl auspritzung.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Lochscheibe (21) für ein Einspritzventil mit den Verfahrensschritten
    - a) Bereitstellen von wenigstens zwei dünnen metallenen Blechfolien (35) in Form von Foliestreifen oder Folienteppichen,
    - b) Einbringen von gleichen Öffnungsgeometrien (27) der späteren Lochscheiben (21) und Hilfsöffnungen (49, 50) pro Blechfolie (35) in großer Anzahl,
    - c) Aufeinanderbringen der einzelnen Blechfolien (35) mit Hilfe von Zentriervorrichtungen (57),
    - d) Verbinden der Blechfolien (35) durch Anwendung eines Fügeverfahrens, wodurch ein Lochscheibenband (39) mit einer Vielzahl von Ronden (53) vorliegt,
    - e) Vereinzeln der Ronden (53) bzw. der Lochscheiben (21) aus dem Lochscheibenband (39).
  2. Verfahren zur Herstellung einer Lochscheibe (21) für ein Einspritzventil mit den Verfahrensschritten
    - a) Bereitstellen von wenigstens zwei dünnen metallenen Blechfolien (35) in Form von Foliestreifen oder Folienteppichen,
    - b) Einbringen von gleichen Öffnungsgeometrien (27) der späteren Lochscheiben (21) und Hilfsöffnungen (49, 50) pro Blechfolie (35) in großer Anzahl,
    - c) Aufeinanderbringen der einzelnen Blechfolien (35) mit Hilfe von Zentriervorrichtungen (57),
    - d) Verbinden der Blechfolien (35) durch Anwendung eines Fügeverfahrens, wodurch ein Lochscheibenband (39) mit einer Vielzahl von Ronden (53) vorliegt,
    - e) Tiefziehen oder Napfen der Ronden (53) zur Bildung von topfförmigen Lochscheiben (21) und dabei Vereinzeln der Lochscheiben (21) aus dem Lochscheibenband (39).
  3. Verfahren zur Herstellung einer Lochscheibe (21) für ein Einspritzventil mit den Verfahrensschritten
    - a) Bereitstellen von wenigstens zwei dünnen metallenen Blechfolien (35) in Form von Foliestreifen oder Folienteppichen,
- 12
- fen oder Folienteppichen,
- b) Einbringen von gleichen Öffnungsgeometrien (27) der späteren Lochscheiben (21) und Hilfsöffnungen (49, 50) pro Blechfolie (35) in großer Anzahl,
  - c) Aufeinanderbringen der einzelnen Blechfolien (35) mit Hilfe von Zentriervorrichtungen (57) zum Herstellen eines Lochscheibenbandes (39) mit einer Vielzahl von Ronden (53),
  - d) Tiefziehen oder Napfen der Ronden (53) zur Bildung von topfförmigen Lochscheiben (21) und dabei Vereinzeln der Lochscheiben (21) aus dem Lochscheibenband (39).
  4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Bereitstellen der dünnen Blechfolien (35) aufgerollt erfolgt.
  5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Einbringen der Öffnungsgeometrien (27) sowie der Hilfsöffnungen (49, 50) mittels Stanzen, Laserschneiden, Erodieren oder Ätzen erfolgt.
  6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß an den Folienrändern (52) in regelmäßigen Abständen Hilfsöffnungen (49) vorgesehen werden, in die zur Zentrierung und Justierung der Blechfolien (35) Zentriervorrichtungen (57) eingreifen können.
  7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß in die Blechfolien (35) sichelförmige Hilfsöffnungen (50) eingebracht werden, die mit ihren inneren Begrenzungen den Durchmesser der Ronden (53) festlegen.
  8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Hilfsöffnungen (50) mit spitzen Enden derart angeordnet werden, daß zwischen ihnen schmale Stege (55) von ca. 0,2 bis 0,3 mm stehen bleiben.
  9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Blechfolien (35) vor dem Verbinden eine Erwärmungseinrichtung (37) durchlaufen.
  10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Verbinden der Blechfolien (35) mittels Schweißen, Löten oder Kleben vorgenommen wird.
  11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Vereinzeln der Ronden (53) bzw. der Lochscheiben (21) aus dem Lochscheibenband (39) durch Aussstanzen (40) oder Ausschneiden erfolgt.
  12. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Tiefziehen oder Napfen der Ronden (53) mit Hilfe eines Tiefziehwerkzeugs (40', 40'') erfolgt, wobei ein bewegbarer Stempel (63) im Zusammenwirken mit einer Matrize (61, 66) die Ronden (53) in Lochscheiben (21) mit einem Bodenteil (22) und einem dazu abgewinkelten Halterand (28) verformt.
  13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß beim Tiefziehen oder Napfen die Ronden (53) dadurch vom Lochscheibenband (39) vereinzelt werden, daß schmale Stege (55) zwischen den die Rondendurchmesser festlegenden Hilfsöffnungen (50) reißen.
  14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lochscheiben (21) nach dem Vereinzeln an Ventilsitzkörpern (16) der Einspritzventile mittels Laserschweißen (45, 46) dicht befestigt werden.
  15. Lochscheibe für ein Einspritzventil, mit wenigstens zwei sandwichartig angeordneten metallenen

Blechlagen (135) und mit einer charakteristischen Öffnungsgeometrie (27) in jeder Blechlage (135), so daß die Lochscheibe (21) von einem Medium durch alle Blechlagen (135) hindurch vollständig durchströmbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Blechlagen (135) fest miteinander verbunden sind.

16. Lochscheibe nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß ein ebenes Bodenteil (22) mit der Öffnungsgeometrie (27) vorgesehen ist, vom dem ein ringförmig umlaufender, abgebogener Halterand (28) ausgeht.

17. Lochscheibe für ein Einspritzventil, mit wenigstens zwei sandwichartig angeordneten metallenen Blechlagen (135) und mit einer charakteristischen Öffnungsgeometrie (27) in jeder Blechlage (135), so daß die Lochscheibe (21) von einem Medium durch alle Blechlagen (135) hindurch vollständig durchströmbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß ein ebenes Bodenteil (22) mit der Öffnungsgeometrie (27) vorgesehen ist, von dem ein ringförmig umlaufender, abgebogener Halterand (28) ausgeht.

18. Lochscheibe nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Halterand (28) im Winkel von ca. 90° vom Bodenteil (22) abgebogen ist.

19. Lochscheibe nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß die topfförmige Gestalt mit Bodenteil (22) und Halterand (28) mittels Tiefziehen oder Napfen erzielbar ist.

20. Einspritzventil, insbesondere Brennstoffeinspritzventil für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen, mit einer Ventillängsachse, mit einem einen festen Ventilsitz aufweisenden Ventilsitzkörper, mit einem mit dem Ventilsitz zusammenwirkenden Ventilschließkörper, der entlang der Ventillängsachse axial bewegbar ist, mit einer stromabwärts des Ventilsitzes angeordneten Lochscheibe, die wenigstens zwei metallene Blechlagen mit einer jeweils anderen Öffnungsgeometrie umfaßt, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens zwei Blechlagen (135) fest miteinander verbunden sind und der Ventilsitzkörper (16) die Öffnungsgeometrie (27) der oberen, dem Ventilsitzkörper (16) zugewandten Blechlage (135) teilweise unmittelbar mit einer unteren Stirnseite (17) derart abdeckt, daß wenigstens eine Abspritzöffnung (27c) in der dem Ventilsitzkörper (16) abgewandtesten Blechlage (135) durch den Ventilsitzkörper (16) überdeckt ist.

21. Einspritzventil nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Ventilsitzkörper (16) zugewandte Blechlage (135) eine Durchgangsöffnung (27b) und die dem Ventilsitzkörper (16) abgewandteste Blechlage (135) wenigstens zwei Abspritzöffnungen (27c) hat.

22. Einspritzventil nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchgangsöffnung (27b) der Lochscheibe (21) einen größeren Querschnitt hat als jede einzelne Abspritzöffnung (27c).

23. Einspritzventil nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß keine der Abspritzöffnungen (27c) durch eine Wandung der Durchgangsöffnung (27b) überdeckt ist.

24. Einspritzventil nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß in der Lochscheibe (21) mehrere Durchlaßöffnungen (27b) und in gleicher Anzahl Abspritzöffnungen (27c) vorgesehen sind, so daß von jeder Durchlaßöffnung (27b) genau eine Abspritzöff-

nung (27c) ausgeht.

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

**- Leerseite -**

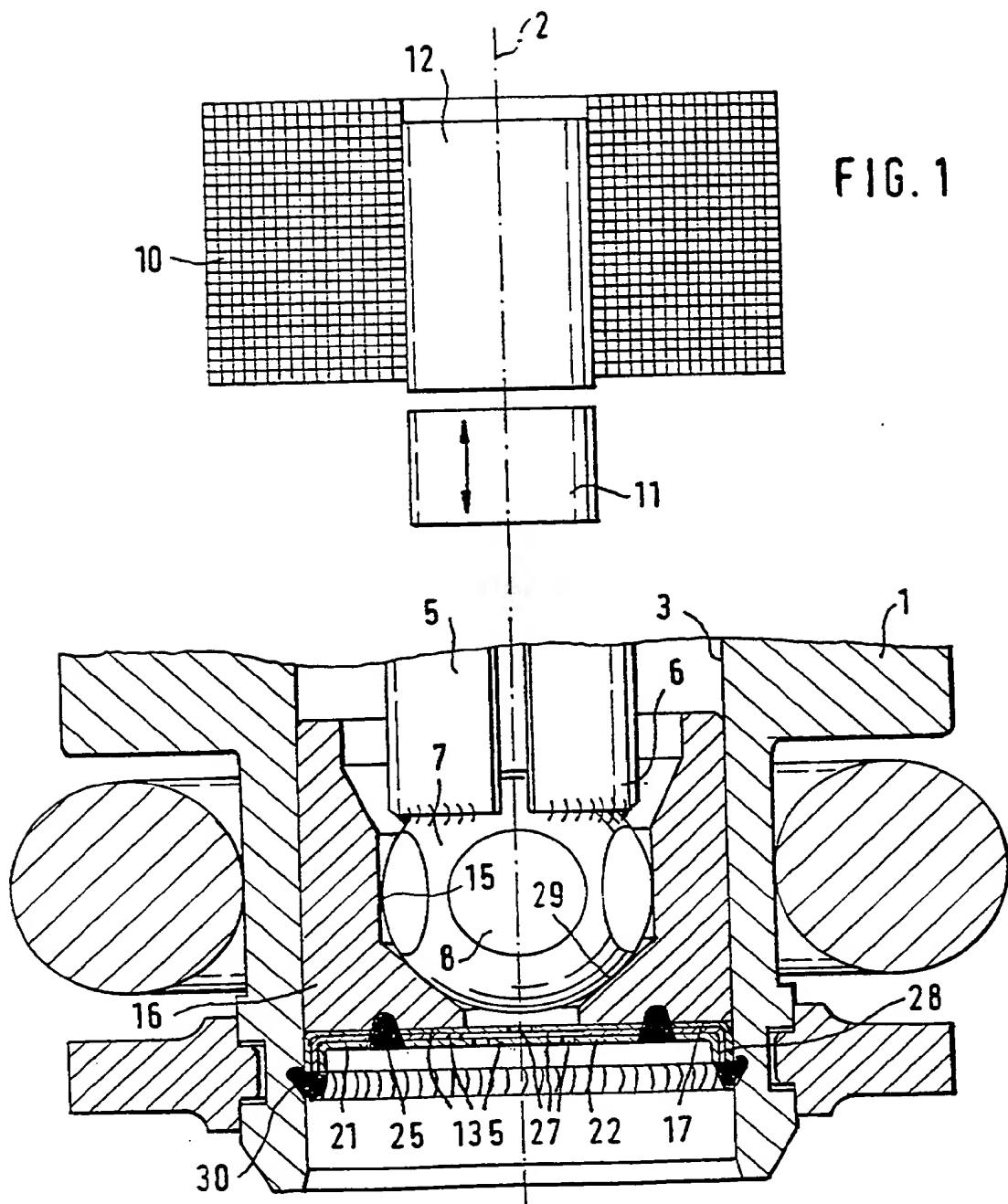


FIG. 1

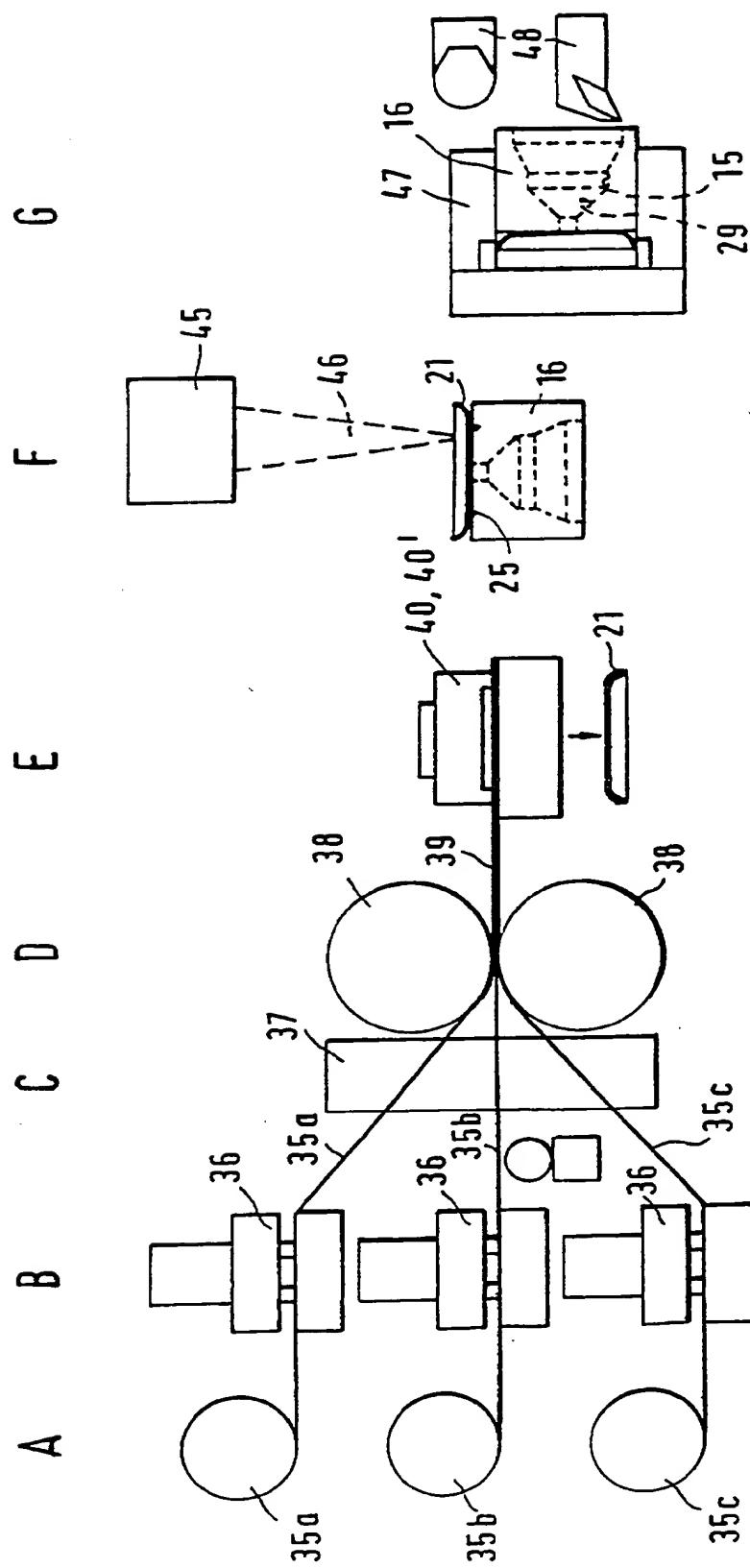


FIG. 2

FIG. 3

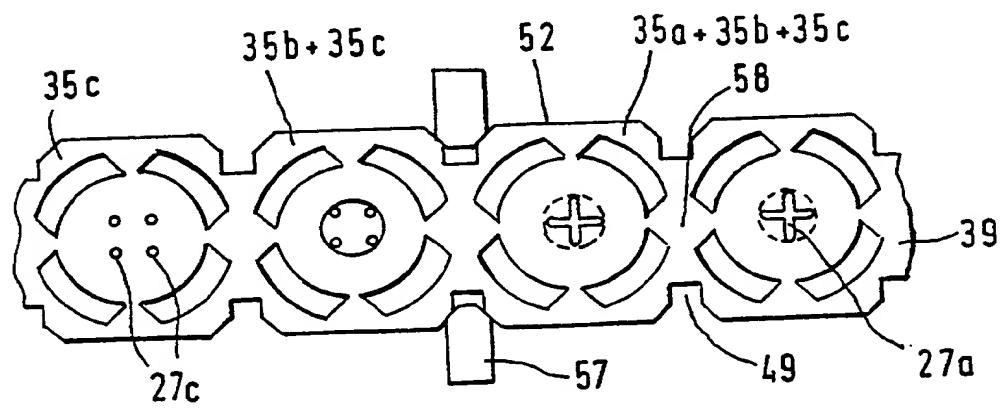
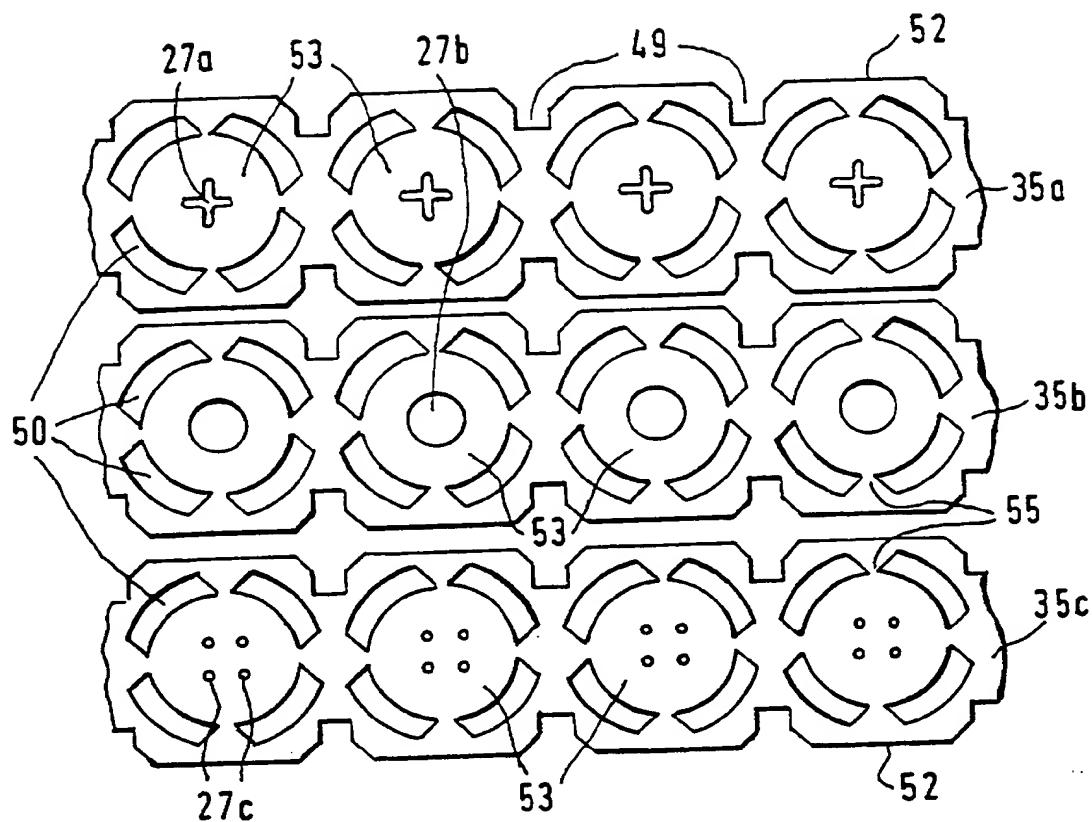


FIG. 4

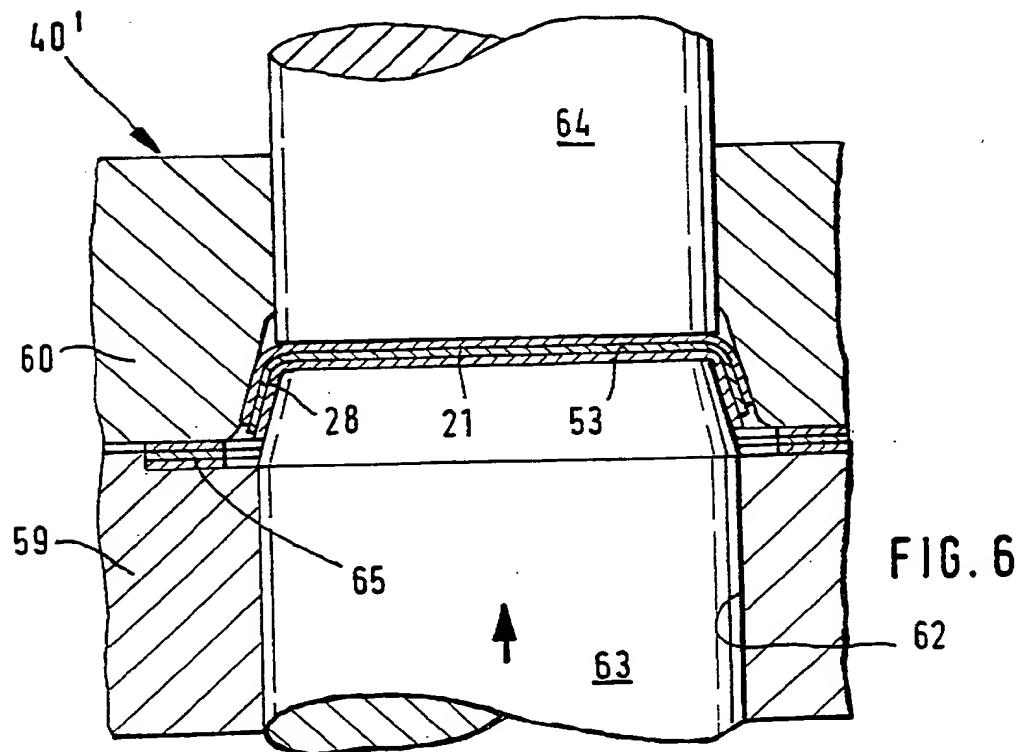
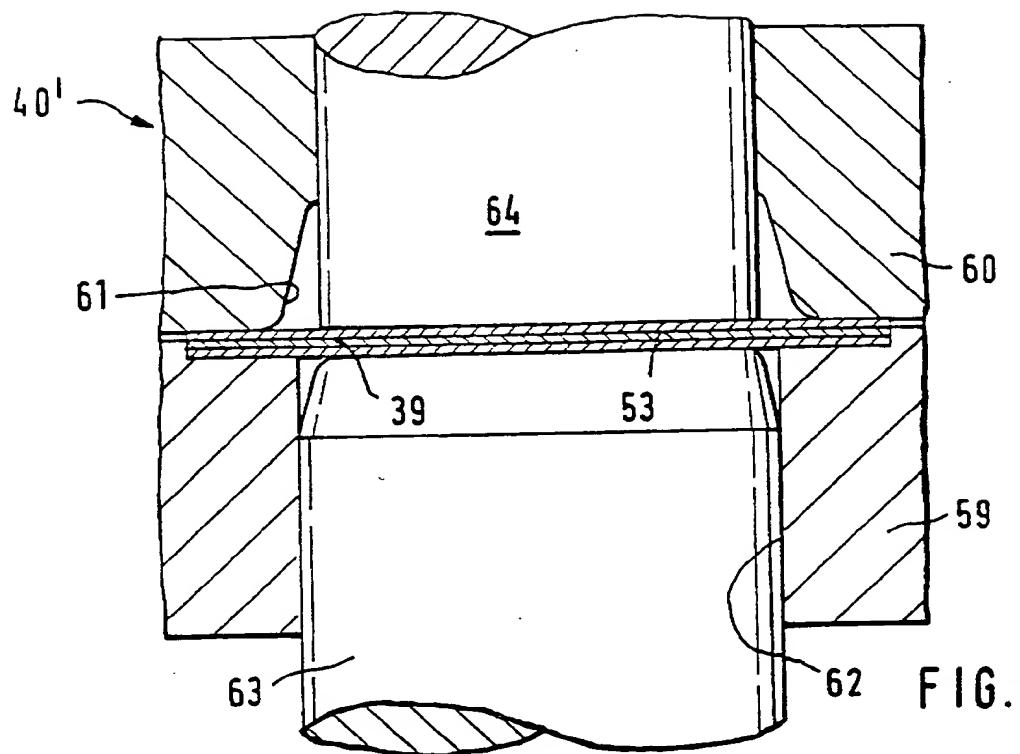


FIG. 6a

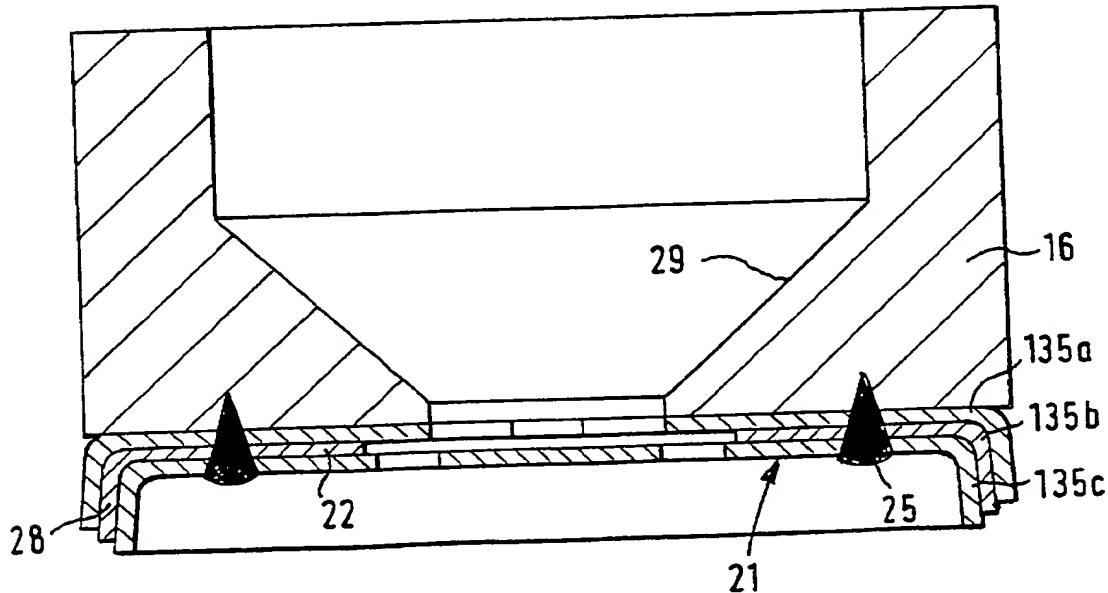
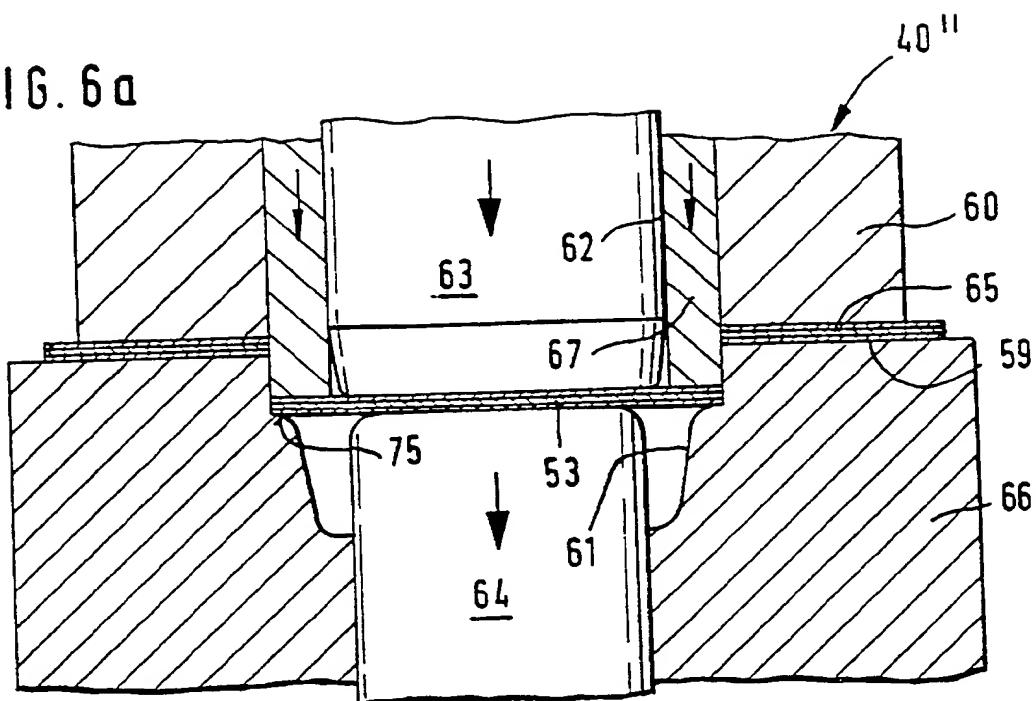


FIG. 7

FIG. 8

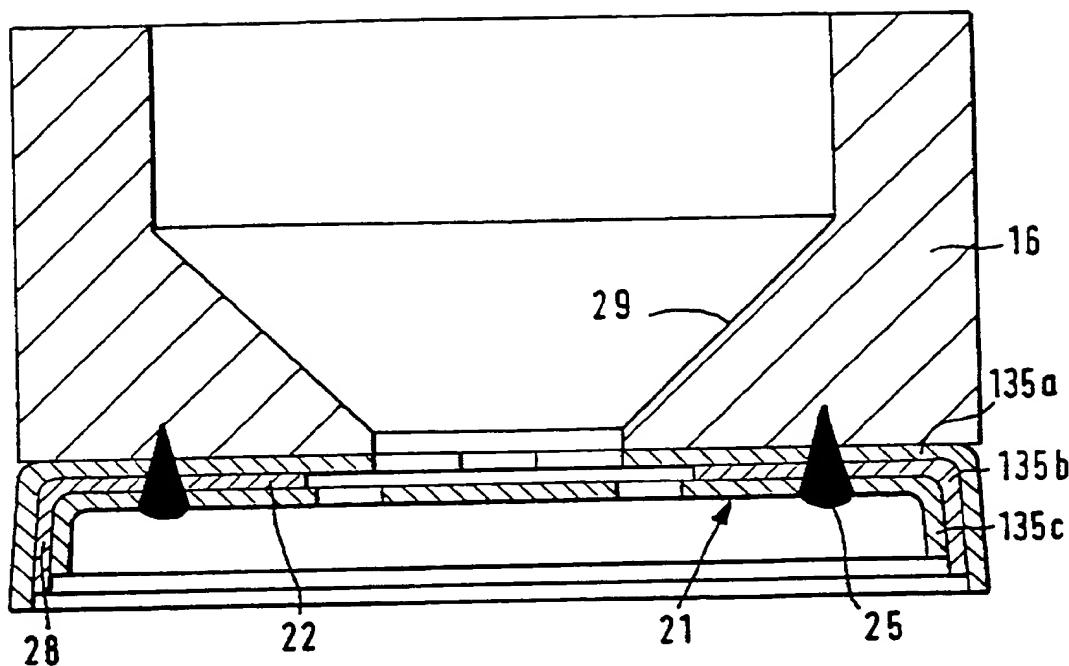
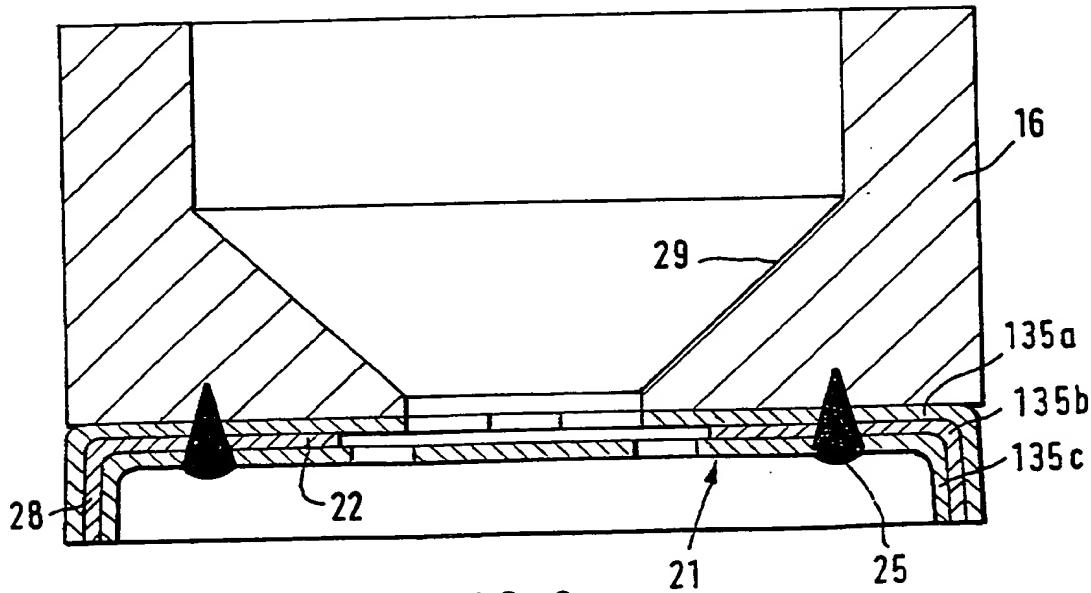


FIG. 9



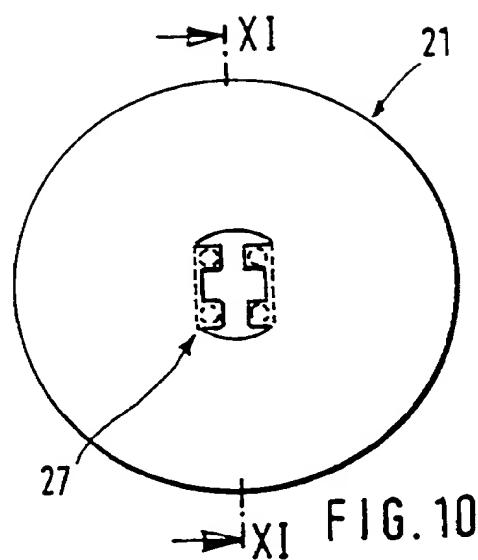


FIG. 10

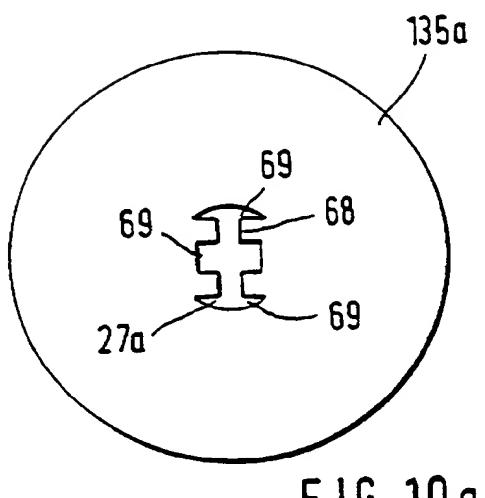


FIG. 10a

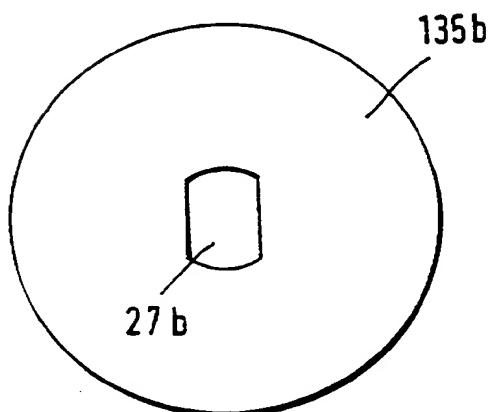


FIG. 10b

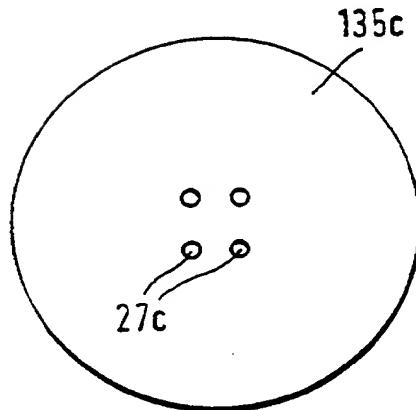


FIG. 10c

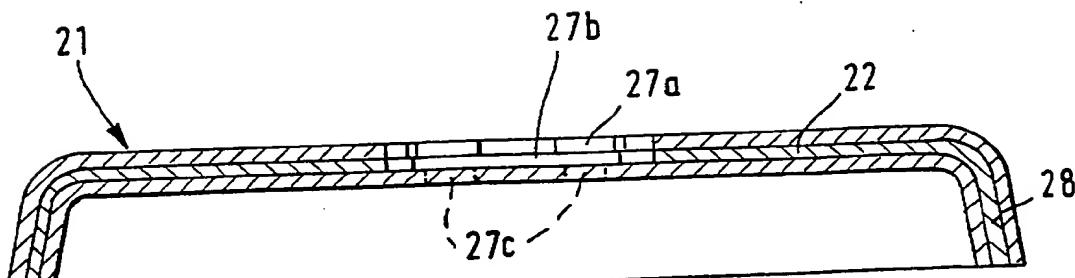
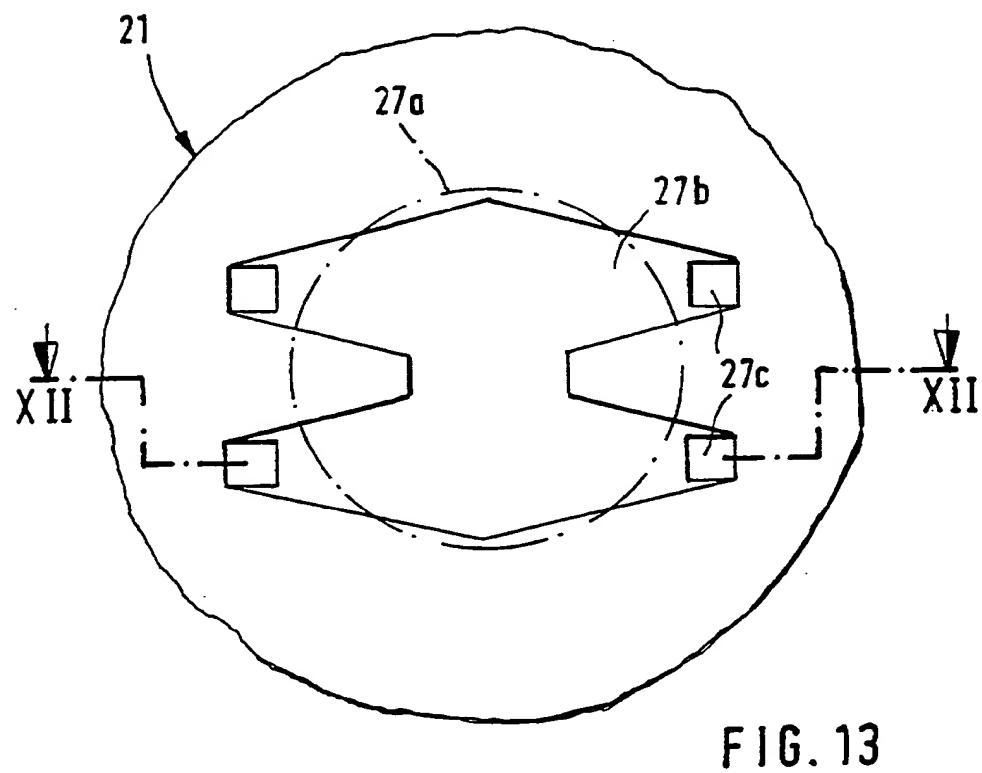
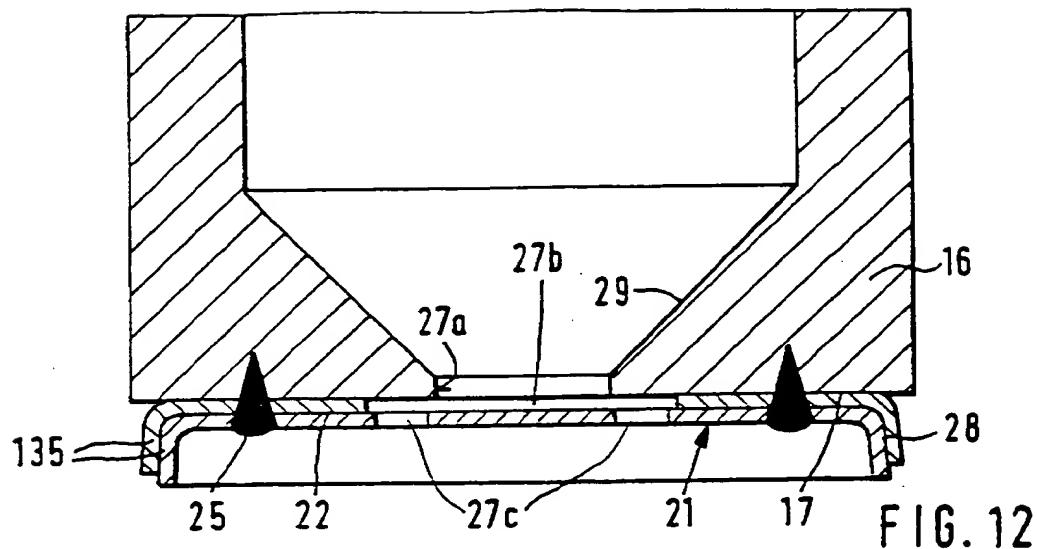


FIG. 11



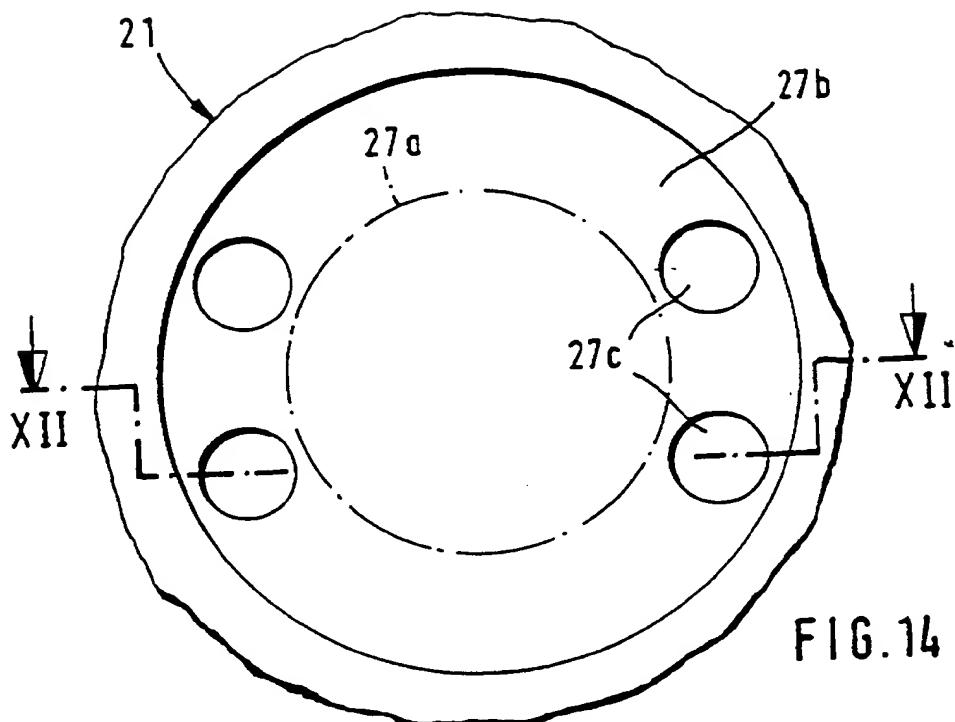


FIG. 14

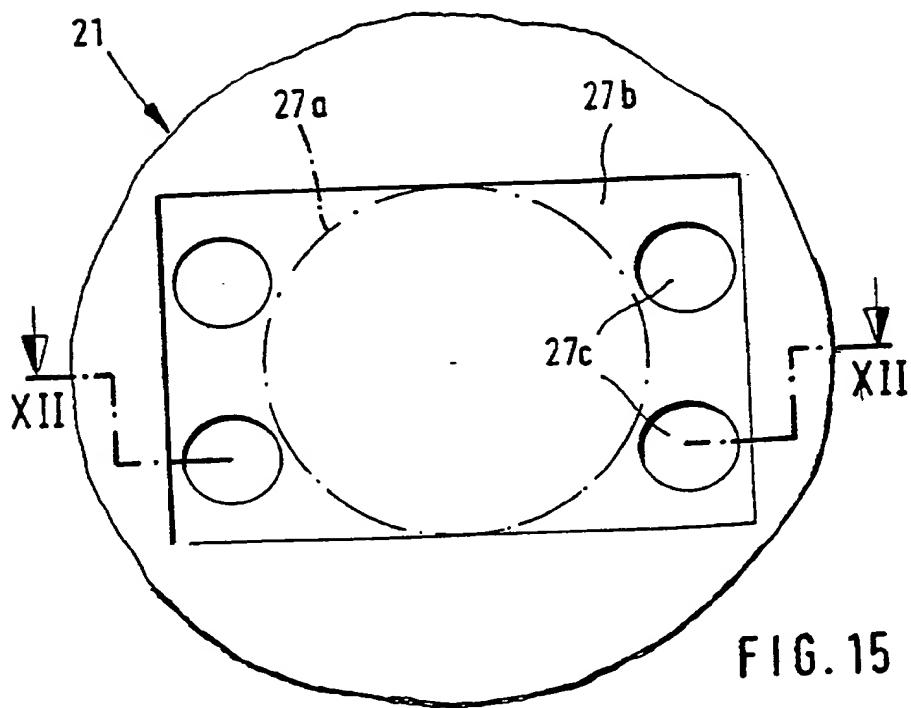


FIG. 15